Iranian Journal of Animal Science Research
Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

Research Paper
Vol. 15, No.3, Fall 2023, p. 445-461

Effects of Different Levels of Zero-Tannin Faba Bean on Performance and some Physiological Responses of Broiler Chickens

Majid Kazemi Gorgi[1], Shokoufe Ghazanfari[2]*, Kazem Yussefi Kelarikolaei[3], Karim Nobari[3], Seyed Davood Sharifi[4], Fatemeh Sheikh[5]

Received: 18-12-2022
Revised: 28-01-2023
Accepted: 07-02-2023
Available Online: 07-02-2023

How to cite this article:
Kazemi Gorgi[1], M., Ghazanfari[2]*, S., Yussefi Kelarikolaei[3], K., Nobari[3], K., Sharifi[4], S. D., & Sheikh[5] F. (2023). Effects of different levels of zero-tannin faba bean on performance and some physiological responses of broiler chickens. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *15*(3), 445-461.
DOI: 10.22067/ijasr.2023.80135.1115

Introduction: The quality and quantity of dietary protein are primary factor influencing growth and feed costs. Seeds of faba bean (*Vicia faba L*), similarly as soybean meal, belong to high-protein feeds. The use of faba beans in poultry feed is limited despite having a suitable chemical composition, the main reason of which is the presence of anti-nutritional factors in this seed. Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center has produced a zero-tannin faba bean seeds variety (Mahta cultivar) that does not have the nutritional limiting factors of normal beans. The aim of this study was to investigate the effect of different levels of zero-tannin faba bean seeds (Mahta cultivar) on growth performance, some immune and biochemical parameters of blood, morphology and microbial population of small intestine and meat quality of broiler chickens.

Materials and Methods: 320 of one-day-old Ross 308 broilers with 4 treatments were used in a completely randomized design with 4 replications and 20 equal mixed birds of each sex in each replication for 42 days. Experimental treatments included 1- control diet (without faba beans and based on corn-soybean meal) 2- diets containing 10% zero-tannin faba bean 3- diets containing 20% zero-tannin faba bean and 4- diets containing 30% zero-tannin faba bean. Then, the growth performance of chickens, blood biochemical (triglyceride, cholesterol, LDL, VLDL and HDL concentrations) and immune (heterophil and lymphocyte percentage) indicators, intestinal jejunum morphological (villi length, villi width, crypt depth and thichness of muscle layer) and ileum contents microbial population (*lactobacillus* and *escherichia coli*) parameters and meat quality (pH, malondialdehyde, peroxide number and free fatty acids) of broiler chickens were measured and recorded. Finally, the analysis of data was performed using GLM method by SAS software. The means were compared using Tukey's multiple range tests.

Results and Discussion: The results showed growth performance (feed intake, weight gain and feed conversion ratio) of the whole period (1 to 42 days) of birds fed with different levels of diets containing zero-tannin faba bean (0, 10, 20 and 30%) was not significant. There was also no difference between the growth

1- Former M.Sc. Student, Department of Livestock and Poultry Sciences, Faculty of Agricultural Technology (Aburaihan), University of Tehran, Pakdasht, Tehran, Iran
2- Associate Professor, Department of Livestock and Poultry Sciences, Faculty of Agricultural Technology (Aburaihan), University of Tehran, Pakdasht, Tehran, Iran.
3- Assistant Professor, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran.
4- Full Professor, Department of Livestock and Poultry Sciences, Faculty of Agricultural Technology (Aburaihan), University of Tehran, Pakdasht, Tehran, Iran.
5- Associate Professor, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran.
*Corresponding Author's Email: shghazanfari@ut.ac.ir

performance of birds fed diets containing zero-tannin faba bean compared to birds receiving the control diet (without beans). A decreasing linear change in the weight gain of the whole period was observed with the increase in the percentage of zero-tannin faba bean (P<0.05). So, the birds that were fed with the control diet (without beans) and 10% zero-tannin faba bean had a better weight gain compared to other treatments, equal to 1738 and 1748 grams respectively, followed by the birds receiving the diet containing 20% zero-tannin faba bean had weight equal to 1623 grams and finally, the birds fed with a diet containing 30% zero-tannin faba bean had weight equal to 1574 grams (P<0.05). Some blood biochemical and immune parameters of broilers were not affected by different levels of zero-tannin faba bean in the diet. However, the amount of changes in HDL, the ratio of HDL to cholesterol, serum LDL and the percentage of heterophil, lymphocyte and the ratio of heterophil to lymphocyte in the blood of broiler chickens fed with a diet containing 20% of zero-tannin faba bean is worthy of consideration and requires further investigation and study (P>0.10). Also, morphological parameters of intestinal jejunum were not affected by different levels of zero-tannin faba bean in the diet. However, citizenship analysis showed linear changes in villi length, villi width and crypt depth of broiler intestines. The tendency to increase villi length was observed in birds fed diets containing 10% zero-tannin faba bean compared to other diets (P= 0.08). Villi width (P<0.05) and crypt depth (P=0.05) were lower in birds fed diets containing zero-tannin faba bean compared to the control treatment (without faba beans). Microbial population of *escherichia coli* and *lactobacillus* ileum contents were not affected by different levels of zero-tannin faba bean in the diet. The use of different levels of zero-tannin faba bean improved meat quality by decreasing pH, malondialdehyde concentration, peroxide and free fatty acids in broiler thighs (P<0.05).

Conclusion: Finally, according to the present results, it seems that among the different levels of zero-tannin faba bean (10, 20 and 30%) in the diet of broiler chickens, the level of 10% zero-tannin faba bean in terms of broiler performance should be more appropriate and competitive with the control diet (without faba beans and based on corn-soybean meal).

Keywords: Replacing soybean meal, Broiler chicken, Performance, Zero-tannin faba bean

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران

Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

مقاله پژوهشی

جلد ۱۵، شماره ۲، پاییز ۱۴۰۲، ص. ۴۶۱-۴۴۵

اثرات سطوح مختلف دانه باقلای بدون تانن بر عملکرد و برخی پاسخ‌های فیزیولوژیکی جوجه های گوشتی

مجید کاظمی گرجی[۱]، شکوفه غضنفری[۲*]، کاظم یوسفی کلاریکلائی[۳]، کریم نوبری[۳]، سید داود شریفی[۴]، فاطمه شیخ[۵]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۱۸

چکیده

هدف از مطالعه حاضر، بررسی تأثیر سطوح مختلف دانه باقلای بدون تانن (رقم مهتا) بر عملکرد رشد، برخی فراسنجه‌های ایمنی و بیوشیمیایی خون، ریخت‌شناسی و جمعیت میکروبی روده کوچک و کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی بود. از ۳۲۰ قطعه جوجه‌گوشتی سویه راس ۳۰۸ یک روزه با چهار تیمار در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- جیره شاهد ۲- جیره حاوی ۱۰ درصد باقلای بدون تانن ۳- جیره حاوی ۲۰ درصد باقلای بدون تانن و ۴- جیره حاوی ۳۰ درصد باقلای بدون تانن بودند. نتایج نشان داد، عملکرد رشد کل دوره پرندگان تغذیه شده با سطوح مختلف جیره‌های حاوی باقلای بدون تانن معنی‌دار نبود. بااین‌حال، تغییرات خطی، افزایش وزن بهتری را در پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰ درصد باقلای بدون تانن در مقایسه با پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۲۰ و ۳۰ درصد باقلای بدون تانن نشان داد (P<۰/۰۵). فراسنجه‌های کلسترول، تری‌گلیسرید، لیپوپروتئین‌های با چگالی بالا و لیپوپروتئین‌های با چگالی پایین و درصد هتروفیل و لنفوسیت خون، طول پرز، عرض پرز، عمق کریپت، ضخامت لایه ماهیچه‌ای ژژنوم روده و جمعیت میکروبی باکتری‌های *اشریشیاکلی* و *لاکتوباسیل* ایلئوم تحت تأثیر باقلای بدون تانن در جیره قرار نگرفتند. بااین‌حال، تجزیه تابعیت، تمایل به افزایش طول پرز در پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰ درصد باقلای بدون تانن در مقایسه با سایر جیره‌ها را نشان داد (P=۰/۰۸). عرض پرز (P<۰/۰۵) و عمق کریپت (P=۰/۰۵) در پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی باقلای بدون تانن در مقایسه با شاهد کمتر بود. استفاده از سطوح مختلف باقلای بدون تانن منجر به بهبود کیفیت گوشت از طریق کاهش pH، غلظت مالون‌دی-آلدئید، عدد پر اکسید و اسیدهای چرب آزاد گوشت ران جوجه‌های گوشتی شد (P<۰/۰۵). در نهایت، با توجه به نتایج حاضر به نظر می‌رسد، سطح ۱۰ درصد باقلای بدون تانن از لحاظ عملکرد جوجه گوشتی مناسب‌تر باشد و قابل رقابت با جیره شاهد باشد.

واژه‌های کلیدی: باقلای بدون تانن، جایگزین کنجاله سویا، جوجه گوشتی، عملکرد

مقدمه

از بین مواد خوراکی، باقلا (*Vicia faba L*) پتانسیل جایگزینی برای خوراک‌های مرسوم در جیره غذایی دام و طیور را دارا می‌باشد. میزان فیبر خام دانه باقلا بین ۱۲/۵ تا ۱۷/۵ درصد، حاوی مقدار کمی چربی (حداکثر شش درصد)، عصاره عاری از نیتروژن حدود ۴۴/۲ درصد، خاکستر ۳/۱ درصد و میزان پروتئین خام از ۲۰ الی ۳۴ درصد گزارش شده است (Crepon *et al*., 2010). این مقدار پروتئین تقریباً سه برابر پروتئین دانه غلات است و لذا دانه باقلا می‌تواند به‌عنوان یک منبع قابل ملاحظه پروتئین در جیره دام و طیور مورد استفاده قرار گیرد. دانه باقلا، علاوه‌بر پروتئین، منبع بسیار مطلوب انرژی برای طیور است که میزان انرژی قابل سوخت و ساز آن از ۲۶۳۲ الی ۲۷۹۹ کیلوکالری در کیلوگرم گزارش شده است (Crepon *et al*., 2010). مقدار بالای انرژی احتمالاً ناشی از کربوهیدرات بالای این دانه می باشد. دانه باقلا همانند سایر دانه‌های بقولات از لحاظ متیونین فقیر است، به‌نظر می‌رسد متیونین اولین اسیدآمینه محدودکننده این دانه

۱- دانشجوی فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد، گروه علوم دام و طیور، دانشکده فناوری کشاورزی (ابوریحان)، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران.

۲- دانشیار گروه علوم دام و طیور، دانشکده فناوری کشاورزی (ابوریحان)، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران.

۳- استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.

۴- استاد گروه علوم دام و طیور، دانشکده فناوری کشاورزی (ابوریحان)، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران.

۵- دانشیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.

(*- نویسنده مسئول: Email: shghazanfari@ut.ac.ir)

DOI: 10.22067/ijasr.2023.80135.1115

برای جوجه‌های گوشتی باشد، ولی مقدار لیزین آن بالا و قابل توجه است. استفاده از دانه باقلا در جیره طیور علی‌رغم داشتن ترکیب شیمیایی مناسب، محدود می‌باشد که دلیل اصلی آن وجود عوامل ضدتغذیه‌ای در این دانه می‌باشد. دانه باقلا دارای عوامل ضدتغذیه‌ای مختلفی از جمله ویسین، کان‌ویسین، لکتین‌ها، مهارکننده‌های تریپسین، تانن‌ها و همچنین پلی‌ساکاریدهای غیرنشاستهای می‌باشد که باعث محدودیت در گنجاندن آن در جیره طیور می‌شود (Iji *et al.*, 2004). وجود این مواد ضد تغذیه‌ای در جیره غذایی طیور می‌تواند باعث کاهش مصرف خوراک و به تبع آن کاهش رشد شود و بر جذب سایر مواد مغذی تأثیر منفی بگذارد (Iji *et al.*, 2004). تانن‌ها که عمدتاً در پوسته دانه قرار گرفته‌اند، باعث مشکلات بی‌شماری در تغذیه طیور می‌شوند و باعث کاهش قابلیت هضم پروتئین و اسیدهای آمینه باقلا در جوجه‌های گوشتی با ایجاد کمپلکس‌های تانن-پروتئین می‌شوند (Woyengo and Nyachoti, 2012). نتایج مطالعه‌ای نشان داد که تانن‌ها آنزیم‌های هضم پروتئولیتیک طیور را رسوب می‌دهند، به این معنی که آن‌ها می‌توانند با کاهش فعالیت آنزیم‌های گوارشی، قابلیت هضم پروتئین را کاهش دهند (Ahmed *et al.*, 1991). تانن‌ها همچنین قابلیت هضم نشاسته را کاهش می‌دهند که منجر به کاهش انرژی قابل متابولیسم حقیقی تصحیح شده برای ارزش نیتروژن باقلا برای مرغ‌ها و خروس‌ها می‌شود. همچنین تانن‌ها باعث کاهش مصرف خوراک، کاهش رشد، کاهش وزن تخم-مرغ و کاهش قابلیت هضم نیتروژن و پروتئین در طیور می‌شوند (Longstaff and McNab, 1991). تانن‌ها با تأثیر بر قابلیت دسترسی و جذب مواد معدنی از جمله کلسیم، فسفر، منگنز، سدیم، پتاسیم و آهن می‌توانند روند تشکیل استخوان را تغییر دهند. اثرات دیگر تانن‌ها شامل سمیت کبدی و آسیب به مخاط روده است (Bilić-Sobot *et al.*, 2016). سطح تانن در باقلا به‌طور قابل توجهی بیشتر از کنجاله‌سویا است (Jezierny *et al.*, 2010). از سال ۱۳۸۹ بخشی از برنامه‌های به‌نژادی باقلا در کشور شامل دورگ-گیری، انتخاب در جمعیت‌های در حال تفکیک و خالص‌سازی، به ارقام بدون تانن باقلا اختصاص یافت که رقم مهتا به‌عنوان اولین رقم کم تانن و دومنظوره باقلای کشور برای افزایش کیفیت، امنیت‌غذایی و رفع بخشی از مشکلات تولید باقلا معرفی شد (Sheikh and Chekani, 2022). نشان دادند که با توجه به فقدان عامل ضدتغذیه-ای تانن، رقم مهتا، اولین رقم کم تانن و قابل برداشت مکانیزه باقلا، علاوه‌بر استفاده در خوراک دام می‌تواند به‌عنوان منبع تأمین انرژی و پروتئین در تغذیه طیور مورد استفاده قرار گیرد (Sheikh and Chekani, 2022). دانه‌های باقلای کم تانن حاوی ۸۷ درصد ماده خشک، ۲۵/۴۱ درصد پروتئین‌خام، ۸/۲۳ درصد فیبرخام، ۰/۴۲ درصد تانن و ۰/۱۵ درصد مهارکننده‌های تریپسین می‌باشند و مقدار تانن در محدوده کم تانن مشخص شده در منابع (زیر یک درصد) می‌باشد (Crepon *et al.*, 2010). باقلای کم تانن تقریباً ۶۰ درصد تانن کمتر از رقم پرتانن دارد، امّا هیچ تفاوتی بین مقدار بازدارنده‌های تریپسین بین ارقام با تانن و بدون تانن مشاهده نشد (Milczarek *et al.*, 2016). نشان دادند افزایش تانن در جیره‌های غذایی طیور باعث کاهش قابلیت هضم پروتئین و افزایش تلفات اسیدآمینه‌های درون‌زا می‌شود (Ortiz *et al.*, 1993). نتایج نشان داد که باقلای بدون تانن از اسیدآمینه‌های بیشتری از باقلای با تانن برخوردار بوده و از این رو، ممکن است منبع بهتر پروتئین برای جوجه‌های گوشتی نسبت به باقلای با تانن باشد و همچنین قابلیت هضم ظاهری ایلئومی از نیتروژن برای کل اسیدآمینه‌ها به‌استثنای متیونین برای باقلای بدون تانن نسبت به باقلای با تانن بالاتر بود که علت آن وجود تانن‌ها در رقم باقلای با تانن می‌باشد (Woyengo and Nyachoti, 2012).

بخش تحقیقات وزرات جهاد کشاورزی در استان گلستان اقدام به تولید رقم باقلای بدون تانن (رقم مهتا) نموده است که فاقد عوامل محدودکننده تغذیه‌ای باقلای معمولی است (Sheikh and Feiz Bakhsh, 2020). با توجه به بررسی منابع انجام شده، تاکنون تأثیر دانه باقلای بدون تانن رقم مهتا در جیره جوجه‌های گوشتی بررسی نشده است و این تحقیق به‌منظور بررسی تأثیر باقلای بدون تانن رقم مهتا بر صفات عملکرد رشد، برخی فراسنجه‌های بیوشیمیایی و ایمنی خون، ریخت‌شناسی و میکروبیولوژی روده کوچک و کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در واحد مرغداری گوشتی شرکت تیرگان واقع در بخشی از اراضی روستای قره‌قاشلو (کیلومتر پنج جاده بندر ترکمن) از توابع شهرستان گرگان، استان گلستان اجرا شد. در این آزمایش از ۳۲۰ قطعه جوجه گوشتی سویه راس ۳۰۸ یک روزه مخلوطی از نر و ماده به‌صورت برابر و با میانگین وزنی ۱±۴۳ گرم در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار، چهار تکرار و ۲۰ مشاهده در هر تکرار استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- جیره شاهد (بدون باقلا بر پایه ذرت و کنجاله‌سویا) ۲- جیره حاوی ۱۰ درصد باقلای بدون تانن ۳- جیره حاوی ۲۰ درصد باقلای بدون تانن و ۴- جیره حاوی ۳۰ درصد باقلای بدون تانن بودند. جوجه‌ها در طول آزمایش به سالنی دارای ۱۶ پن (طول و عرض ۱۰۰سانتی‌متر) منتقل شدند و به‌صورت آزاد به آب و غذا دسترسی داشتند. برنامه‌های مدیریت پرورش جوجه‌ها، شامل دما، نور، واکسیناسیون، تراکم و بستر به‌طور یکسان و مطابق با شرایط استاندارد توصیه شده انجام شد.

جدول ۱–جیره‌های شاهد و سطوح مختلف باقلای بدون تانن در دوره‌های مختلف آغازین (۱ تا ۱۴ روزگی)، رشد (۱۵ تا ۲۸ روزگی) و پایانی (۲۹ تا ۴۲ روزگی)

Table 1- Control and different levels of zero-tannin faba bean diets at different periods including starter (1 to 14 days), grower (15 to 28 days) and finisher (29 to 42 days)

اجزای جیره (درصد) Ingredients (%)	جیره آغازین Starter diet				جیره رشد Grower diet				جیره پایانی Finisher diet			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ذرت Corn	56.8	53.7	47.5	40.8	64.8	59.2	51.8	45.6	66.5	60.8	53.9	46.7
(۴۲ درصد پروتئین خام) کنجاله سویا Soybean meal (%42 crude protein)	38.0	31.1	27.1	23.5	30.1	25.5	22.6	18.5	28.0	23.5	20.1	17.0
باقلای بدون تانن Zero-tannin faba bean	0	10	20	30	0	10	20	30	0	10	20	30
روغن سویا Soybean oil	0.9	0.7	1.0	1.4	0.7	0.9	1.4	1.7	1.5	1.7	2.0	2.5
دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	1.61	1.64	1.63	1.62	1.65	1.65	1.64	1.63	1.40	1.40	1.40	1.40
ماسه Sand	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.90	0.90	0.90
مکمل معدنی[۱] Mineral premix	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
مکمل ویتامینه[۲] Vitamin premix	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
نمک Salt	0.24	0.24	0.23	0.23	0.24	0.24	0.23	0.23	0.20	0.20	0.22	0.23
جوش شیرین Sodium hydrogen carbonate	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
کوکسیدیواستات Coccidiostatic	0.02	0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
دی-ال-متیونین DL-methionine	0.31	0.35	0.37	0.39	0.29	0.32	0.33	0.35	0.27	0.30	0.32	0.33
ال-لیزین L-lysine	0.19	0.20	0.15	0.07	0.25	0.21	0.11	0.05	0.23	0.18	0.10	0.02
ال-ترئونین L-threonine	0.08	0.10	0.10	0.10	0.11	0.10	0.09	0.09	0.11	0.10	0.09	0.08
کولین Choline	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
والین Valine	0.00	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00
ترکیبات شیمیایی (محاسبه شده) Nutrient composition (calculated)												
انرژی قابل متابولیسم (kcal/kg) Metabolizable energy (kcal/kg)	2853	2851	2852	2854	2918	2919	2920	2921	2996	2996	2996	2994

جدول ۱–جیره‌های شاهد و سطوح مختلف باقلای بدون تانن در دوره‌های مختلف آغازین (۱ تا ۱۴ روزگی)، رشد (۱۵ تا ۲۸ روزگی) و پایانی (۲۹ تا ۴۲ روزگی)

Table 1- Control and different levels of zero-tannin faba bean diets at different periods including starter (1 to 14 days), grower (15 to 28 days) and finisher (29 to 42 days)

پروتئین خام (٪) Crude protein (%)	21.4	21.2	21.8	22.5	18.7	19.2	20.1	20.7	17.9	18.4	19.2	20.1
کلسیم (٪) Calcium (%)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.88	0.88	0.88	0.88	0.78	0.80	0.78	0.78
فسفر قابل‌دسترس (٪) Available phosphorus (%)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.44	0.44	0.44	0.44	0.39	0.39	0.39	0.39
سدیم (٪) Sodium (%)	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15	0.15	0.15
کلر (٪) Chlorine (%)	0.22	0.23	0.21	0.20	0.22	0.23	0.21	0.20	0.19	0.20	0.21	0.19
پتاسیم (٪) Potassium (%)	0.93	0.90	0.92	0.95	0.80	0.81	0.85	0.87	0.76	0.77	0.80	0.84
لیزین قابل هضم (٪) Digestible lysine (%)	1.15	1.15	1.15	1.15	1.03	1.03	1.03	1.03	0.97	0.97	0.97	0.97
متیونین قابل هضم (٪) Digestible methionine (%)	0.59	0.60	0.61	0.62	0.54	0.55	0.56	0.56	0.52	0.53	0.53	0.54
متیونین + سیستئین قابل هضم (٪) Digestible methionine + cysteine (%)	0.86	0.86	0.86	0.86	0.78	0.79	0.79	0.78	0.75	0.75	0.75	0.75
ترئونین (٪) Threonine (%)	0.75	0.75	0.75	0.75	0.68	0.68	0.68	0.68	0.66	0.66	0.66	0.66
تریپتوفان (٪) Tryptophan (%)	0.22	0.20	0.20	0.20	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17	0.17	0.17	0.16
آرژنین (٪) Arginine (%)	1.28	1.31	1.41	1.52	1.08	1.17	1.30	1.40	1.03	1.12	1.23	1.36
والین (٪) Valine (%)	0.89	0.89	0.89	0.89	0.80	0.80	0.79	0.80	0.76	0.76	0.76	0.78
ایزولوسین (٪) Isoleucine (%)	0.82	0.78	0.78	0.79	0.70	0.69	0.71	0.72	0.66	0.66	0.68	0.69
سیستئین (٪) Cysteine (%)	0.27	0.25	0.25	0.24	0.24	0.23	0.23	0.22	0.24	0.23	0.22	0.22

جیره ۱: جیره شاهد ، جیره ۲: جیره حاوی ۱۰ درصد باقلای بدون تانن، جیره ۳: جیره حاوی ۲۰ درصد باقلای بدون تانن، جیره ۴: جیره حاوی ۳۰ درصد باقلای بدون تانن.

[1] در هر کیلوگرم مکمل معدنی مقادیر زیر تأمین می‌شود: منگنز: ۶۴/۵ گرم، آهن: ۱۰۰ گرم، روی: ۳۳/۸ گرم، مس: ۸ گرم، ید: ۶۴۰ میلی‌گرم، سلنیوم: ۸ گرم، کبالت: ۱۹۰ میلی‌گرم.

[2] در هر کیلوگرم مکمل ویتامینی مقادیر زیر تأمین می‌شود: ۴۴۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۷۲۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_3، ۱۴۴۰۰ میلی‌گرم ویتامین E، ۲۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین K_3، ۶۴۰ میلی‌گرم تیامین، ۳۰۰۰ میلی‌گرم ریبوفلاوین، ۴۸۹۶ میلی‌گرم اسید پانتوتنیک، ۱۲۱۶۰ میلی‌گرم نیاسین،۶۱۲ میلی‌گرم پیروکسین، ۲۰۰۰ میلی‌گرم بیوتین و ۲۶۰ میلی‌گرم کولین کلراید می‌باشد.

Diet 1: control diet, diet 2: diet containing 10% zero-tannin faba bean, diet 3: diet containing 20% zero-tannin faba bean, diet 4: diet containing 30% zero-tannin faba bean.

[1] The following values are provided per kg of mineral premix: manganese: 64.5 g, iron: 100 g, zinc: 33.8 g, copper: 8 g, iodine: 640 mg, selenium: 8 g, cobalt: 190 mg.

[2] The following values are provided per kg of vitamin premix: vitamin A: 4400000 IU, vitamin D_3: 72000 IU, vitamin E: 14400 IU, vitamin K3: 2000 mg, vitamin B_1: 640 mg, vitamin B_2: 3000 mg, pantothenic acid: 4896 mg, niacin: 12160 mg, vitamin B_6: 612 mg. biotin: 2000 mg and choline chloride: 260 mg.

دانه‌های باقلای خام بدون تانن (رقم مهتا) مورد نیاز آزمایش از مزارع مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان تهیه و پس از بوجاری و جداسازی ناخالصی‌ها و بذور علف هرز تا زمان انجام آزمایش در شرایط مناسب انبارداری، نگهداری شدند. ذرت، کنجاله‌-سویا، روغن سویا، مکمل‌های معدنی و ویتامینی، اسید آمینه‌ها و سایر مواد افزودنی مورد نیاز از شرکت فیض گلستان خریداری و یک روز قبل از شروع آزمایش، جیره‌ها در کارخانه خوراک طیور آن شرکت بر اساس کاتالوگ پیشنهادی سویه راس ۳۰۸ با استفاده از نرم‌افزار UFFDA آماده و به محل آزمایش (مرغداری تیرگان) آورده شدند. اجزای تشکیل‌دهنده و ترکیبات شیمیایی و اسیدآمینه جیره‌های آغازین (۱ الی ۱۴ روزگی)، رشد (۱۵ الی ۲۸ روزگی) و پایانی (۲۹ الی ۴۲ روزگی) در جدول ۱ آمده است. ترکیبات اسیدآمینه باقلای بدون تانن رقم مهتای مورد آزمایش توسط شرکت ایوانیک (Evonik, Iran) تعیین شد. باقلای بدون تانن دارای ماده خشک (۸۸/۶۱ درصد) و ۲۹/۰۲ درصد پروتئین می‌باشد و ترکیبات اسیدآمینه بر اساس درصد پروتئین به شرح ذیل می‌باشد. متیونین (۰/۶۷۴)، سیستئین (۱/۱۴۷)، متیونین + سیستئین (۱/۸۷۹)، لیزین (۶/۰۵۸)، ترئونین (۳/۲۸۲)، تریپتوفان (۰/۸۴۴)، آرژنین (۹/۳۶۹)، ایزولوسین (۳/۹۱۱)، لوسین (۶/۸۹)، والین (۴/۲۷۱)، هیستیدین (۲/۴۱۴)، فنیل آلانین (۴/۰۹۶)، گلایسین (۳/۹۷۶)، سرین (۴/۴۶۹)، پرولین (۳/۹۱۳)، آلانین (۳/۸۲۶)، اسید آسپارتیک (۱۰/۳۷۶)، اسید گلوتامیک (۱۵/۳۶۳) و آمونیاک (۱/۸۵۴).

برای بررسی صفات عملکردی سه فاکتور افزایش وزن، خوراک مصرفی (گرم به‌ازای هر جوجه در دوره) و ضریب تبدیل خوراک در دوره‌های مختلف پرورشی اندازه‌گیری شد. افزایش وزن از اختلاف وزن انتها و ابتدای دوره‌های پرورش بر اساس روز جوجه محاسبه شد. خوراک مصرفی در هر واحد آزمایشی از روی اختلاف بین مقدار خوراک مصرف شده در ابتدای دوره و خوراک باقی‌مانده در آخر دوره بر مبنای روز جوجه محاسبه شد. ضریب تبدیل خوراک از تقسیم مصرف خوراک بر افزایش وزن به‌دست آمد.

به‌منظور بررسی برخی از فراسنجه‌های ایمنی و بیوشیمیایی خون، در انتهای دوره آزمایش دو پرنده نر از هر تکرار به تصادف انتخاب و از آن‌ها دو نمونه خون هر کدام به‌مقدار ۲/۵ میلی‌لیتر از طرق ورید زیر بال اخذ شد. یکی از نمونه‌های خون مربوط به هر تکرار در لوله‌های حاوی ماده ضد انعقاد[1] EDTA (قبل از نمونه‌گیری به‌میزان ۰/۲ سی‌سی در سرنگ ریخته شد) ریخته و به‌آرامی تکان داده و مخلوط شد تا لخته ایجاد نشود. نمونه‌های مذکور پس از اتمام نمونه‌برداری، برای اندازه‌گیری هتروفیل و لنفوسیت به آزمایشگاه ارسال شد. نمونه‌های دیگر در لوله‌های آزمایش فاقد ماده ضد انعقاد ریخته شد و به‌مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور سانتریفیوژ شدند و سرم آن‌ها جهت اندازه‌گیری فراسنجه‌های بیوشیمیایی جدا شد. اندازه‌گیری فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم توسط دستگاه اتوانالایزر و با استفاده از کیت تجاری (شرکت پارس آزمون، تهران) اندازه‌گیری شد. فراسنجه‌های اندازه‌گیری شده شامل، کلسترول خون، غلظت تری‌گلیسرید خون، لیپوپروتئین‌های با چگالی بالا (HDL)، لیپوپروتئین‌های با چگالی پایین (LDL) و لیپوپروتئین‌های با چگالی خیلی پایین (VLDL) بودند (Benzie and Strain, 1996).

در سن ۴۲ روزگی (پایان دوره پرورش) از هر تکرار دو پرنده نر به‌صورت تصادفی انتخاب و کشتار شد. بلافاصله پس از کشتار دستگاه گوارش با دقت خارج، بخش ژژنوم روده مشخص و قطعه‌هایی به‌طول سه سانتی‌متر از آن جدا شد. قطعه‌های جدا شده با سرم فیزیولوژیک شستشو و در فرمالین ۱۰ درصد تثبیت شدند. سپس نمونه‌ها به‌کمک دستگاه Tissue Processor برای مطالعات بافت-شناسی آماده‌سازی شدند و در نهایت، با پارافین قالب گرفته شده و پس از سرد شدن قالب‌ها، به‌کمک دستگاه میکروتوم نمونه‌هایی به ضخامت هفت میکرون تهیه شد. برش‌های تهیه شده به روی لام منتقل شد و به‌روش هماتوکسیلین و ائوزین رنگ‌آمیزی شدند. سپس صفات ریخت‌شناسی شامل طول و عرض پرزها، عمق کریپت، ضخامت لایه عضلانی در هر نمونه به‌کمک میکروسکوپ نوری متصل به کامپیوتر (Olympus CX31, Tokyo, Japan) اندازه‌گیری شد (Tomaszewska *et al*., 2018). برای بررسی تغییرات فلور میکروبی در دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی از محتویات ایلئوم پرنده نر ذکر شده به‌مقدار یک گرم برداشته شد و به نه سی‌سی محلول گلیسرین ۳۰ درصد اضافه شد، سپس نمونه‌ها تا زمان انجام آزمایشات میکروبی فریز شدند. فراوانی گونه‌های *لاکتوباسیل* و *اشریشیاکلی* در محتویات ایلئوم تعیین شد. برای انجام آزمایش از روش cfu (شمارش قطره‌های کلنی) در محلول استریل بافر فسفات استفاده شد. محیط‌های کشت مورد استفاده به‌صورت تجاری از شرکت مرک آلمان تهیه شدند. برای شمارش *لاکتوباسیل‌ها* از محیط کشت MRS استفاده گردید و به‌مدت ۷۲ ساعت در دمای ۳۷ درجه انکوباسیون شد و برای شمارش *اشریشیاکلی* از محیط کشت مکانکی آگار استفاده شد و به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سلسیوس انکوباسیون گردید. برای محاسبه تعداد باکتری‌ها، تعداد کلنی شمارش شده بر اساس واحد کلنی شکل یافته (cfu) در هر گرم نمونه ایلئوم استفاده شد (Engberg *et al*., 2000).

جهت تعیین بررسی اسیدیته (pH)، اکسیداسیون چربی در انتهای دوره پرورش (۴۲ روزگی)، عدد پراکسید و اسیدهای چرب‌آزاد گوشت در انتهای دوره آغازین (۱۴ روزگی) از هر تکرار دو پرنده نر که وزن

1- Ethylene diaminete traacetic acid

آن نزدیک به میانگین وزن پرندگان واحد آزمایشی بود، انتخاب، ذبح و پرکنی شد. گوشت ران آن‌ها استحصال و به‌طور جداگانه چرخ و سپس از نمونه چرخ شده حدود ۱۰۰ گرم در پاکت‌های پلاستیکی زیپ‌دار قرار گرفته، بلافاصله به یخچال منتقل و در دمای چهار درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. گوشت استحصال شده در سه نوبت یعنی روز اول کشتار، هفت روز بعد از کشتار و ۳۰ روز بعد از کشتار جهت بررسی تأثیر سطوح مختلف باقلای بدون تانن بر میزان پایداری اکسیداتیو و کیفیت گوشت استفاده شد. لازم به توضیح است که جهت نگهداری گوشت برای روزهای ۷ و ۳۰ بعد از کشتار از فریزر (در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد) استفاده شد. در این بررسی برای تعیین TBARS[1] از روش بوتسوگلو و همکاران (Botsoglou *et al.*, 2002) و برای تعیین pH، اسیدهای چرب آزاد و پراکسید گوشت از روش کدیم و همکاران (Kadim *et al.*, 2006) استفاده شد.

داده‌های به‌دست آمده در طول آزمایش توسط برنامه اکسل ۲۰۰۷ ثبت و پردازش، و تجزیه آماری توسط بسته نرم‌افزار SAS (SAS, 2005) نسخه نه برای مدل آماری (معادله ۱) در قالب طرح کامل تصادفی با چهار تیمار و چهار تکرار (۲۰ مشاهده در هر تکرار) بررسی شد. مقایسه میانگین تیمارهای آزمایشی با استفاده از آزمون توکی در سطح پنج درصد انجام شد. مقایسه‌های مستقل با استفاده از نرم‌افزار SAS در سطح پنج درصد مورد ارزیابی قرار گرفتند. مدل‌های آماری به‌صورت ذیل می‌باشد.

معادله (۱) $Y_{ij}= \mu +T_i +e_{ij}$

معادله (۲) تابعیت خطی $Y= ax + b$

معادله (۳) تابعیت درجه دوم $Y= ax + bx^2 + c$

معادله (۴) تابعیت درجه سوم $Y= x^3+ ax^2 + bx + c$

که در این معادله، Y_{ij}: مقدار هر مشاهده، μ: میانگین جامعه، T_i: اثر تیمارها و e_{ij}: خطای آزمایشی است.

نتایج و بحث

عملکرد رشد: در دوره آغازین، مصرف خوراک پرندگان تغذیه شده با سطوح مختلف باقلای بدون تانن معنی‌دار نبود. با این حال، پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی باقلای بدون تانن در مقایسه با پرندگان دریافت‌کننده جیره شاهد (بدون باقلا) تمایل به مصرف خوراک بیشتری داشتند (P=۰/۰۵). افزایش وزن پرندگانی که از جیره‌های حاوی باقلای بدون تانن تغذیه شدند، در مقایسه با پرندگان دریافت‌کننده جیره شاهد (بدون باقلا) بیشتر بود (P<۰/۰۵). افزایش وزن جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰ درصد باقلای بدون تانن در مقایسه با جوجه‌های گوشتی دریافت‌کننده جیره شاهد و ۳۰ درصد باقلای بدون تانن بیشتر بود (P<۰/۰۵). تجزیه تابعیت، تغییرات درجه دومی و سومی را در میزان افزایش وزن نشان داد (P<۰/۰۵). اثر سطوح مختلف باقلای بدون تانن بر ضریب تبدیل خوراک معنی‌داری نبود، با این حال، پرندگانی که از جیره حاوی ۱۰ درصد باقلای بدون تانن تغذیه کردند، در مقایسه با پرندگان دریافت‌کننده سایر جیره‌ها، ضریب تبدیل بهتری معادل ۱/۴۷ داشتند (P=۰/۰۵). تجزیه تابعیت، تغییرات درجه دومی را در ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی نشان داد (P<۰/۰۵) (جدول ۲).

در دوره رشد، پایانی و کل دوره، عملکرد رشد (مصرف خوراک، ضریب تبدیل خوراک و افزایش وزن) پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح مختلف باقلای بدون تانن معنی‌دار نبود. همچنین، تفاوتی بین عملکرد رشد پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی باقلای بدون تانن در مقایسه با پرندگان دریافت‌کننده جیره شاهد (بدون باقلا) وجود نداشت. تغییرات خطی کاهشی در افزایش وزن کل دوره با افزایش درصد باقلا مشاهده شد (P<۰/۰۵). به‌طوری‌که، پرندگانی که از جیره‌های شاهد (بدون باقلا) و ۱۰ درصد باقلای بدون تانن تغذیه کردند، نسبت به سایر تیمارها افزایش وزن بهتری به‌ترتیب معادل ۱۷۳۸ و ۱۷۴۸ گرم داشتند و به دنبال آن پرندگان دریافت‌کننده جیره حاوی ۲۰ درصد باقلای بدون تانن افزایش وزنی معادل ۱۶۲۳ گرم و در نهایت، پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ۳۰ درصد باقلای بدون تانن افزایش وزنی معادل ۱۵۷۴ گرم را داشتند (P<۰/۰۵) (جدول ۲).

در سال‌های اخیر، مطالعات زیادی توسط محققین در مورد امکان جایگزینی باقلای به‌جای بخشی از کنجاله‌سویا برای تغذیه جوجه‌های گوشتی انجام شده است، امّا نتایج این آزمایشات گاهی متفاوت است که به‌طور معمول به وجود مواد ضد تغذیه‌ای موجود در آن، رقم، بافت خاک و منطقه کاشت آن مرتبط هستند (Perella *et al.*, 2009; Laudadio *et al.*, 2011; Dal Bosco *et al.*, 2013; Osek *et al.*, 2013; Usayran *et al.*, 2014). با توجه به بررسی منابع انجام شده، تاکنون تأثیر دانه باقلای بدون تانن رقم مهتا در جیره جوجه‌های گوشتی بررسی نشده است. در آزمایشی، نتیجه‌گیری کردند که استفاده از باقلا در جوجه‌های گوشتی برای جایگزینی با کنجاله‌سویا به‌عنوان منبع پروتئین امکان‌پذیر است (Oluyinka *et al.*, 2019). همچنین، نشان دادند افزودن باقلا به جیره جوجه‌های گوشتی به رشد و افزایش وزن زنده آن‌ها کمک می‌کند و هزینه‌های خوراک را کاهش می‌دهد و در نتیجه، بازده اقتصادی افزایش می‌یابد (Proskina and Sallija, 2017). نتایج مطالعات محققان حاکی از آن است که جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با ۱۶ و ۲۲ درصد باقلای کم تانن به‌ترتیب در مراحل آغازین و رشد، تأثیر سوئی بر افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک ندارد (Tomaszewska *et al.*, 2018).

1- Thiobarbituric acid reactive substances

جدول ۲- اثرات سطوح مختلف باقلای بدون تانن بر عملکرد رشد جوجه گوشتی طی دوره‌های مختلف آزمایشی

Table 2- Effect of different levels of zero-tannin faba bean on growth performance of broiler chicken during different experimental periods

پارامترها Parameters	شاهد Control	جیره ۱۰ درصد باقلا 10 % Zero-tannin faba bean diet	جیره ۲۰ درصد باقلا 20 % Zero-tannin faba bean diet	جیره ۳۰ درصد باقلا 30 % Zero-tannin faba bean diet	میانگین خطای استاندارد SEM	مقدار احتمال *P value* تیمار Treat.	خطی Linear	درجه دوم Quadratic	درجه سوم Cubic	باقلا در مقایسه با شاهد Faba bean vs control
دوره آغازین (۱-۱۴روزگی) Starter period (1-14 day)										
مصرف خوراک (گرم در دوره) Feed intake (g/period)	501.9	522.5	512.6	521.1	6.95	0.19	0.15	0.40	0.14	0.05
افزایش وزن (گرم در دوره) Weight gain (g/period)	315.1[b]	353.9[a]	331.5[ab]	326.7[b]	6.35	0.007	0.66	0.005	0.01	0.01
ضریب تبدیل خوراک Feed conversion ratio	1.59	1.47	1.54	1.59	0.03	0.05	0.57	0.01	0.14	0.15
دوره رشد (۱۵-۲۸روزگی) Grower period (15-28 day)										
مصرف خوراک (گرم در دوره) Feed intake (g/period)	1135	1167	1146	1140	29.5	0.87	0.95	0.53	0.61	0.65
افزایش وزن (گرم در دوره) Weight gain (g/period)	584.3	579.8	579.6	516.1	36.4	0.51	0.23	0.43	0.68	0.55
ضریب تبدیل خوراک Feed conversion ratio	1.97	2.02	2.00	2.27	0.17	0.61	0.28	0.53	0.66	0.55
دوره پایانی (۲۹-۴۲روزگی) Finisher period (29-42 day)										
مصرف خوراک (گرم در دوره) Feed intake (g/period)	1800	1749	1805	1744	28.4	0.30	0.39	0.86	0.10	0.31
افزایش وزن (گرم در دوره) Weight gain (g/period)	838.7	814.4	711.4	730.5	54.2	0.31	0.10	0.69	0.42	0.19
ضریب تبدیل خوراک Feed conversion ratio	2.17	2.16	2.62	2.42	0.20	0.35	0.20	0.65	0.23	0.34
کل دوره (۱-۴۲روزگی) Total period (1-42day)										
مصرف خوراک (گرم در دوره) Feed intake (g/period)	3438	3439	3464	3405	57.3	0.90	0.78	0.61	0.67	0.97
افزایش وزن (گرم در دوره) Weight gain (g/period)	1738	1748	1623	1574	59.9	0.15	0.03	0.62	0.44	0.21
ضریب تبدیل خوراک Feed conversion ratio	1.99	1.96	2.14	2.16	0.09	0.36	0.12	0.80	0.40	0.39

[a,b,c] میانگین‌های هر ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵).
SEM: میانگین خطای استاندارد

[a,b,c] Means within same row with different superscripts differ ($P < 0.05$).
SEM: standard error of means.

فرانسجه‌های بیوشیمیایی و ایمنی خون: تأثیر سطوح مختلف باقلای بدون تانن بر هیچ‌یک از فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم خون (غلظت لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL)، تری‌گلیسرید، لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL)، لیپوپروتئین با چگالی خیلی پایین (VLDL)، کلسترول و نسبت HDL به کلسترول) و ایمنی خون (درصد هتروفیل، لنفوسیت و نسبت هتروفیل به لنفوسیت خون) جوجه‌های گوشتی معنی‌دار نبود، بااین‌حال، تجزیه تابعیت، تغییرات درجه سومی را در نسبت HDL به کلسترول، LDL سرم و درصد هتروفیل، لنفوسیت و نسبت هتروفیل به لنفوسیت خون جوجه‌های گوشتی نشان داد، به‌طوری‌که جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره حاوی ۲۰ درصد باقلای بدون تانن سطح LDL سرم (P=۰/۰۷)، درصد هتروفیل (P=۰/۰۷) و نسبت هتروفیل به لنفوسیت خون (P=۰/۰۹) کمتر و نسبت HDL به کلسترول (P=۰/۰۶) و درصد لنفوسیت (P=۰/۰۷) خون بیشتری را داشتند (جدول ۳). تفاوتی بین پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی باقلای بدون تانن و پرندگان تغذیه شده با جیره شاهد (بدون باقلا) از نظر برخی فراسنجه‌های بیوشیمیایی و ایمنی خون وجود نداشت.

چالش‌های ایمونولوژیکی در طیور در ارتباط و همراه با کاهش مصرف خوراک می‌باشد و تغییر در میزان خوراک مصرفی توسط پرنده منجر به تغییر در میزان انرژی و مواد مغذی دریافتی می‌شود (Kidd, 2004). بنابراین، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که جیره‌های با سطوح مختلف باقلای بدون تانن و شرایط تغذیه‌ای تحقیق حاضر مناسب بوده و روی پاسخ‌های سیستم ایمنی پرنده تأثیر سوئی نگذاشته است و حتی فراسنجه‌های بیوشیمیایی و ایمنی خون جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره حاوی ۲۰ درصد باقلای بدون تانن برای ارزیابی قابل تأمل بودند. نتایج آزمایش تحقیق حاضر با یافته‌های مطالعه‌ای مبنی بر اینکه نوع جیره غذایی جوجه‌های گوشتی تغذیه شده در دو گروه (۸ ٪ و ۱۵٪) و (۱۶ ٪ و ۲۲ ٪) با دانه باقلای خام با تانن کم به‌ترتیب در مرحله (آغازین ورشد)، نسبت به گروه شاهد، هیچ تأثیری بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم خون به‌جز کاهش غلظت کلسترول کل در هر دو گروه آزمایشی در جوجه‌های گوشتی ۳۵ روزه وجود نداشت، مطابقت دارد (Tomaszewska *et al.*, 2018). این نویسندگان اظهار داشتند که احتمالاً کاهش کلسترول به‌دلیل مقدار بیشتر فیبر در جیره‌های غذایی حاوی باقلا در مقایسه با جیره غذایی براساس کنجاله‌سویا است. همچنین، دلیل کاهش کلسترول در انواع مختلف جیره‌های حاوی باقلا را به افزایش سریع دفع کلسترول روده و اسیدهای صفراوی مربوط می‌دانند (Moundras *et al.*, 1997). نتایج آزمایش حاضر با مطالعه‌ای که نشان دادند، تغذیه جیره حاوی باقلا به‌میزان ۲۰ درصد فراسنجه‌های بیوشیمیایی را در جوجه‌های گوشتی کاهش می‌دهد مغایرت دارد.(Emiola et al., 2013) همچنین یکی دیگر از مکانیزم‌های مؤثر بر افزایش فعالیت‌های سیستم ایمنی، خصوصیات جیره مصرفی در پرنده می‌باشد. افزایش میزان الیاف خام سبب افزایش تخمیر در انتهای روده و روده‌های کور می‌شود و این مسئله سبب افزایش اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه در روده پرنده می‌شود. گزارش شده است افزایش این اسیدهای چرب، سبب تحریک لنفوسیت‌های بافت اپیتلیال درونی روده شده و به‌دنبال آن سبب افزایش مقاومت میزبان می‌شود (Santos *et al.*, 2006). همچنین، این محققین گزارش کردند که با افزایش میزان اسیدهای چرب کوتاه زنجیر در اثر استفاده از جیره‌های با الیاف خام بالا، فعالیت باکتری‌های مفید در روده افزایش می‌یابد که این باکتری‌ها با عوامل مهاجم برای دستیابی به مواد مغذی رقابت می‌کنند و لذا، این رقابت سبب افزایش توان ایمنی پرنده و یک تأثیر هم‌کوشی بین فعالیت جمعیت میکروبی روده پرنده و بروز پاسخ‌های سیستم ایمنی می‌شود.

ریخت‌شناسی و جمعیت میکروبی روده کوچک: اثر سطوح مختلف باقلای بدون تانن بر فراسنجه‌های ریخت‌شناسی ژژنوم روده کوچک (طول و عرض پرز، عمق کریپت، نسبت طول پرز به عمق کریپت و ضخامت لایه ماهیچه‌ای) و جمعیت میکروبی ایلئوم روده کوچک (باکتری‌های *اشریشیاکلی* و *لاکتوباسیل*) معنی‌دار نبود (جدول ۴). تجزیه تابعیت، تغییرات خطی را در طول پرز، عرض پرز و عمق کریپت ژژنوم جوجه‌های گوشتی نشان داد. داده‌های این تحقیق، بیانگر تمایل به افزایش طول پرز در پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰ درصد باقلای بدون تانن در مقایسه با سایر جیره‌ها بود (P=۰/۰۸). افزایش طول پرز روده سبب افزایش سطح جذب و در نتیجه، افزایش بازده خوراک و افزایش وزن بدن می‌شود. همچنین افزایش طول پرز سبب حضور بیشتر مواد مغذی و بهبود ضریب تبدیل خوراک می‌شود که در همین رابطه گزارش کردند که هرچه طول پرز روده بیشتر باشد، سطح جذب مواد غذایی بیشتر و سبب بهبود شرایط دستگاه گوارش برای عمل جذب بهتر مواد مغذی می‌شود (Shalaei *et al.*, 2016). تغییرات خطی نشان داد با افزایش سطوح باقلای بدون تانن در جیره عرض پرز (P=۰/۰۴) و عمق کریپت کاهش یافت (P=۰/۰۵). پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی سطوح مختلف باقلای بدون تانن عرض پرز کمتری در مقایسه با پرندگان تغذیه شده با جیره شاهد داشتند (P=۰/۰۶) که این موضوع نشان‌دهنده بهبود شرایط دستگاه گوارش برای پرندگان دریافت‌کننده جیره‌های حاوی باقلای بدون تانن در مقایسه با جیره شاهد (بدون باقلا) برای عمل جذب بهتر مواد مغذی می‌باشد.

جدول ۳- اثرات سطوح مختلف باقلای بدون تانن بر برخی فراسنجه‌های بیوشیمیایی و ایمنی خون جوجه گوشتی

Table 3- Effect of different levels of zero-tannin faba bean on some blood immune and biochemical parameters of broiler chicken.

پارامترها Parameters	شاهد Control	جیره ۱۰ درصد باقلا 10 % Zero-tannin faba bean diet	جیره ۲۰ درصد باقلا 20 % Zero-tannin faba bean diet	جیره ۳۰ درصد باقلا 30 % Zero-tannin faba bean diet	میانگین خطای استاندارد SEM	مقدار احتمال *P value* تیمار Treatment	خطی Linear	درجه دوم Quadratic	درجه سوم Cubic	باقلا در مقایسه با شاهد Faba bean vs control
HDL– کلسترول (میلی‌گرم در دسی لیتر) HDL- cholesterol (mg/dl)	76.75	71.00	79.75	70.50	5.26	0.55	0.67	0.74	0.19	0.63
تری گلیسرید (میلی‌گرم در دسی لیتر) Tri glyceride (mg/dl)	95.75	98.25	107.00	106.75	6.49	0.51	0.17	0.83	0.60	0.29
کلسترول (میلی‌گرم در دسی لیتر) Cholesterol (mg/dl)	129.5	136.0	134.0	138.3	4.55	0.58	0.25	0.80	0.48	0.23
LDL- کلسترول (میلی‌گرم در دسی لیتر) LDL- cholesterol (mg/dl)	33.60	45.35	32.85	46.40	5.81	0.24	0.33	0.87	0.07	0.26
VLDL– کلسترول (میلی‌گرم در دسی لیتر) VLDL- cholesterol (mg/dl)	19.15	19.65	21.40	21.35	1.29	0.51	0.17	0.83	0.60	0.29
HDL/کلسترول HDL/ cholesterol ratio	0.59	0.52	0.59	0.50	0.03	0.20	0.28	0.81	0.06	0.23
هتروفیل (درصد) Heterophil (%)	19.00	20.25	17.50	18.50	0.87	0.21	0.29	0.88	0.07	0.80
لنفوسیت (درصد) Lymphocyte (%)	41.00	39.75	42.50	41.50	0.87	0.21	0.29	0.88	0.07	0.80
لنفوسیت/هتروفیل Heterophil/ lymphocyte ratio	0.46	0.50	0.41	0.44	0.03	0.25	0.31	0.79	0.09	0.85

[a,b,c] میانگین‌های هر ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵)

SEM: میانگین خطای استاندارد، LDL: لیپوپروتئین با چگالی پایین، HDL: لیپوپروتئین با چگالی بالا، VLDL: لیپوپروتئین با چگالی خیلی پایین

[a,b,c] Means within same row with different superscripts differ ($P < 0.05$)

SEM: standard error of means, LDL: Low-density lipoprotein, HDL: High-density lipoprotein, VLDL: Very-low-density lipoprotein

عمق کریپت عمیق‌تر به‌عنوان یک نشانه منفی در سلامت روده در نظر گرفته می‌شود، چون سلول‌های اپیتلیال جدید در کریپت‌ها تولید و در امتداد پرز به نوک حرکت می‌کنند (Gao *et al*., 2008). بنابراین، یک عمق کریپت عمیق‌تر نشان‌دهنده ترن‌آور بالای بافت در سلول‌های اپیتلیال است. اندازه عمق کریپت در پرندگان دریافت‌کننده جیره‌های حاوی باقلای بدون تانن کمتر از شاهد بود و با افزایش سطوح باقلای بدون تانن در جیره، عمق کریپت کاهش یافت و اندازه عمق کریپت در پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ۳۰ درصد باقلای بدون تانن در مقایسه با سایر تیمارها کمتر بود (P=۰/۰۵) و این موضوع نشان‌دهنده بهبود شرایط دستگاه گوارش پرندگان برای عمل جذب بهتر مواد مغذی می‌باشد. در این تحقیق، نسبت طول پرز به عمق کریپت تحت تأثیر سطوح باقلای بدون تانن جیره قرار نگرفت. افزایش نسبت طول پرز به عمق کریپت می‌تواند سبب کاهش انتروسیت و در نتیجه، کاهش ترن‌آور سلولی جهت بازسازی پرزهای فرسایش یافته در اثر سایش یا التهاب ناشی از عوامل بیماری‌زا شود (Yason *et al*., 1987). اندازه ضخامت لایه ماهیچه‌ای روده در پرندگان تغذیه شده با سطوح مختلف جیره‌های حاوی باقلای بدون تانن تحت تأثیر قرار نگرفت. نتایج آزمایش ما با یافته‌های مطالعه‌ای مبنی بر اینکه نوع جیره غذایی جوجه‌های گوشتی تغذیه شده در دو گروه ۸٪ / ۱۵٪ و ۱۶٪ / ۲۲٪ با دانه باقلای خام کم تانن به‌ترتیب در مرحله آغازین و رشد، نسبت به گروه شاهد، تأثیر منفی بر فراسنجه‌های ریخت‌شناسی مخاط روده مورد تجزیه و تحلیل در جوجه‌های گوشتی ۳۵ روزه ندارد، هم‌خوانی دارد (Tomaszewska *et al*., 2018). افزایش سلامت دستگاه گوارش برای رفاه و افزایش راندمان پرنده ضروری می‌باشد. ریخت‌شناسی مخاط روده یکی از شاخص‌های تعیین سلامت روده است. تغییرات در مخاط روده مانند کاهش طول پرز، افزایش عمق کریپت، کاهش ضخامت لایه عضلانی و کاهش نسبت طول پرز به عمق کریپت باعث ایجاد آسیب بافتی ناشی از پاتوژن‌های مهاجم می‌شود (Nabuurs *et al*., 1993).

اسیدیته، اکسیداسیون چربی، عدد پراکسید و اسیدهای چرب آزاد گوشت: اثرات سطوح مختلف باقلای بدون تانن بر فراسنجه‌های کیفیت گوشت (صفات اسیدیته، اکسیداسیون لیپید، عدد پراکسید و اسیدهای چرب آزاد گوشت) معنی‌دار بودند (جدول ۵) (P<۰/۰۵). نتایج آزمایش نشان داد که میزان pH گوشت ران پرندگان دریافت‌کننده جیره شاهد (بدون باقلا) به‌صورت معنی‌داری بالاتر از پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح مختلف باقلای بدون تانن در روز کشتار و هفت روز بعد از آن می‌باشد (P<۰/۰۵). عدد pH گوشت ران کمتری در روز کشتار در پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۲۰ و ۳۰ درصد باقلای بدون تانن در مقایسه با پرندگان دریافت‌کننده جیره شاهد (بدون باقلا) مشاهده شد و در هفت روزگی تغییرات خطی روند کاهشی معنی‌داری را با افزایش سطوح باقلای بدون تانن در گوشت ران نشان داد و در ۳۰ روزگی تغییرات pH گوشت ران به‌گونه‌ای بود که در پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ۳۰ درصد باقلا نسبت به بقیه تیمارها کمتر بود (P<۰/۰۵). افزایش میزان استفاده از سطوح باقلای بدون تانن در جیره جوجه‌های گوشتی، pH گوشت ران را کمتر کرد و به‌عبارت دیگر، کیفیت گوشت بهبود یافت. تجزیه تابعیت، تغییرات خطی، درجه دومی و سومی را در pH گوشت ران در روزهای ۱، ۷ و ۳۰ روز بعد از کشتار جوجه‌های گوشتی نشان داد. عدد اکسیداسیون چربی‌ها همانند آزمایش‌های اسیدیته در طول مدت نگهداری گوشت مرغ تمایل به افزایش داشتند. نتایج در مورد صفت اکسیداسیون چربی نشان می‌دهند که اختلاف معنی‌داری بین پرندگان تغذیه شده با جیره شاهد (بدون باقلا) و بقیه جیره‌های حاوی سطوح مختلف باقلای بدون تانن برای هر سه دوره اندازه‌گیری (۱، ۷ و ۳۰ روز بعد از کشتار) وجود دارد (P<۰/۰۵). بالاترین غلظت مالون‌دی‌آلدئید گوشت ران در گروه شاهد (بدون باقلا) مشاهده شد. علاوه‌براین، بین پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد باقلای بدون تانن نیز اختلاف معنی‌داری از نظر غلظت مالون‌دی‌آلدئید گوشت ران مشاهده شد (P<۰/۰۵). به‌طوری‌که، غلظت مالون‌دی‌آلدئید کمتر و کیفیت گوشت ران بهتر در روزهای ۱، ۷ و ۳۰ پس از کشتار مربوط به پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ۳۰ درصد باقلای بدون تانن و به دنبال آن جیره حاوی ۲۰ درصد باقلای بدون تانن و جیره حاوی ۱۰ درصد باقلای بدون تانن و در نهایت، جیره شاهد (بدون باقلا) بود (P<۰/۰۵). تجزیه تابعیت، تغییرات خطی، درجه دومی و سومی را در غلظت مالون‌دی‌آلدئید گوشت ران از جوجه‌های گوشتی نشان داد.

در مورد عدد پراکسید گوشت ران در روز ۱۴ پس از کشتار داده‌ها حاکی از آن است که پرندگان تغذیه شده با جیره شاهد (بدون باقلا) در مقایسه با پرندگان دریافت‌کننده جیره‌های حاوی سطوح مختلف باقلای بدون تانن عدد پر اکسید بیشتری دارند (P<۰/۰۵). میزان عدد پراکسید گوشت ران در پرندگان دریافت‌کننده جیره‌های باقلای بدون تانن به‌صورت معنی‌داری با هم متفاوت بود. به‌طوری‌که، عدد پراکسید پرندگان تغذیه شده سطح ۳۰ درصد باقلای بدون تانن معادل ۲/۰۶ و کمترین می‌باشد و به دنبال آن سطح ۲۰ درصد باقلای بدون تانن معادل ۲/۱۲ و ۱۰ درصد باقلای بدون تانن معادل ۲/۱۷ و در نهایت، جیره شاهد (بدون باقلا) ۲/۲۴ می‌باشد که عدد پراکسید در هر سطح به‌طور معنی‌داری متفاوت می‌باشد (P<۰/۰۵). تجزیه تابعیت، تغییرات خطی و درجه سومی را در عدد پراکسید گوشت ران جوجه‌های گوشتی نشان داد.

جدول ٤– اثرات سطوح مختلف باقلای بدون تانن بر فراسنجه‌های ریخت‌شناسی ژژنوم و جمعیت میکروبی محتویات ایلئومی روده (cfu/g) جوجه گوشتی

Table 4- Effect of different levels of zero-tannin faba bean on intestinal jejunum morphological and ileum contents microbial population (cfu/g) parameters of broiler chicken.

پارامترها Parameters	شاهد Control	جیره ۱۰ درصد باقلا 10 % zero-tannin faba bean diet	جیره ۲۰ درصد باقلا 20 % zero-tannin faba bean diet	جیره ۳۰ درصد باقلا 30 % zero-tannin faba bean diet	میانگین خطای استاندارد SEM	مقدار احتمال *P value*				
						تیمار Treat.	خطی Linear	درجه دوم Quadratic	درجه سوم Cubic	باقلا در مقایسه با شاهد Faba bean vs control
طول پرز (میکرومتر) Villi length (mm)	969.3	1025.6	871.2	846.6	65.6	0.20	0.08	0.54	0.25	0.47
عرض پرز (میکرومتر) Villi width (mm)	203.4	187.4	186.5	173.7	9.35	0.19	0.04	0.86	0.52	0.06
عمق کریپت (میکرومتر) Crypt depth (mm)	244.7	237.7	216.0	200.8	17.14	0.26	0.05	0.81	0.78	0.19
عمق کریپت/طول پرز Villi length/crypt depth ratio	4.10	4.35	4.11	4.23	0.29	0.92	0.90	0.82	0.52	0.70
ضخامت لایه ماهیچه‌ای (میکرومتر) Thickness of muscle layer (µm)	158.5	143.5	138.5	176.5	13.93	0.54	0.58	0.20	0.71	0.80
لاکتوباسیل *Lactobacillus*	9.03	9.52	9.68	9.36	0.26	0.39	0.35	0.15	0.89	0.14
اشریشیاکلی *Escherichia coli*	9.52	9.77	9.45	9.29	0.27	0.67	0.43	0.46	0.57	0.96

[a,b,c] میانگین‌های هر ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵).

SEM: میانگین خطای استاندارد

[a,b,c] Means within same row with different superscripts differ ($P < 0.05$).

SEM: standard error of means.

جدول ۵- اثرات سطوح مختلف باقلای بدون تانن بر pH، اکسیداسیون چربی (نانومول مالون‌دی‌آلدئید بر میلی‌لیتر)، عدد پراکسید (میلی‌اکی‌والان‌گرم در کیلوگرم) و اسیدهای‌چرب آزاد (درصد اسیداولئیک) گوشت ران جوجه‌های گوشتی

Table 5- Effect of different levels of zero-tannin faba bean on pH, lipid oxidation (nm malondialdehyde/mL), peroxide number (meq/kg) and free fatty acids (oleic acid) of thigh meats of broiler chickens.

پارامترها Parameters		شاهد Control	جیره ۱۰ درصد باقلا 10 % zero-tannin faba bean diet	جیره ۲۰ درصد باقلا 20 % zero-tannin faba bean diet	جیره ۳۰ درصد باقلا 30 % zero-tannin faba bean diet	میانگین خطای استاندارد SEM	مقدار احتمال P value				
							تیمار Treatment	خطی Linear	درجه دوم Quadratic	درجه سوم Cubic	باقلا در مقایسه با شاهد Faba bean vs control
پی اچ pH	۱ روزگی (1 day)	5.55[a]	5.50[ab]	5.41[b]	5.40[b]	0.02	0.002	0.14	0.29	0.0005	0.01
	۷ روزگی (7 day)	6.27[a]	6.11[b]	6.07[c]	5.87[d]	0.009	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	۳۰ روزگی (30 day)	6.05[a]	6.17[a]	6.14[a]	5.80[b]	0.06	0.003	0.01	0.002	0.58	0.78
مالون‌دی‌آلدئید Malondialdehyde	۱ روزگی (1 day)	0.09[a]	0.08[b]	0.07[c]	0.07[c]	0.0009	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	۷ روزگی (7 day)	0.38[a]	0.34[b]	0.33[b]	0.31[c]	0.003	<0.0001	<0.0001	0.07	0.007	<0.0001
	۳۰ روزگی (30 day)	1.24[a]	0.99[b]	0.89[c]	0.79[d]	0.004	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.04	<0.0001
عدد پراکسید (۱۴ روزگی) Peroxide number (14 day)		2.24[a]	2.17[b]	2.12[c]	2.06[d]	0.004	<0.0001	<0.0001	0.24	<0.0001	<0.0001
اسید چرب آزاد (۱۴ روزگی) Free fatty acids (14 day)		0.59[a]	0.57[b]	0.57[b]	0.57[b]	0.004	0.006	0.004	0.02	0.26	0.15

[a,b,c] میانگین‌های هر ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P<0.05$).

SEM: میانگین خطای استاندارد.

[a,b,c] Means within same row with different superscripts differ ($P < 0.05$).

SEM: standard error of means

در کل، افزایش میزان استفاده از سطوح مختلف باقلای بدون تانن در جیره، عدد پراکسید گوشت ران را برای روز ۱۴ پس از کشتار کمتر کرد و به عبارتی، کیفیت گوشت بهبود یافت. در مورد مقدار اسید چرب آزاد گوشت ران در روز ۱۴ پس از کشتار نتایج نشان داد که پرندگان تغذیه شده با جیره شاهد در مقایسه با پرندگان دریافت‌کننده جیره‌های حاوی سطوح مختلف باقلای بدون تانن اسیدچرب آزاد بیشتری در گوشت ران دارند (P<۰/۰۵). بیشترین اعداد مربوط به پرندگان تغذیه شده با جیره شاهد (بدون باقلا) و معادل ۰/۵۹ و کمترین مقدار اسید چرب آزاد مربوط به پرندگان تغذیه شده با سطوح مختلف باقلای بدون تانن و معادل ۰/۵۷ می‌باشد. تجزیه تابعیت، تغییرات خطی و درجه دومی را در میزان اسیدهای چرب آزاد گوشت ران جوجه‌های گوشتی نشان داد. pH لاشه پرنده قبل از ذبح حدود ۷/۱ است، بعد از کشتار مقداری از گلیکوژن در گوشت به اسید لاکتیک تبدیل می‌شود، در نتیجه، pH کاهش می‌یابد. pH نهایی گوشت تحت تأثیر شرایط پیش از کشتار (مانند تغذیه و استرس)، تیمارهای پس از کشتار و فیزیولوژی عضله است. ذخیره گلیکوژنی کم عضله در هنگام کشتار مانع از این می‌شود که pH پس از کشتار به‌مقدار مطلوبی کاهش یابد. pH نهایی بالاتر ماندگاری گوشت را کاهش داده و روی رنگ، بافت و ظرفیت نگهداری آب گوشت تأثیر می‌گذارد. بعد از اینکه pH به حداقل خود می‌رسد با گذشت زمان و رسیدن گوشت، تجزیه پروتئین‌ها، افزایش بار ناشی از جذب یون‌های پتاسیم و رهایش یون‌های کلسیم سبب افزایش فشار اسمزی و در نتیجه، افزایش pH می‌شوند. در آزمایش حاضر، افزایش میزان استفاده از سطوح باقلای بدون تانن در جیره جوجه‌های گوشتی pHگوشت ران را برای روزهای ۷ و ۳۰ پس از کشتار کمتر کرد و به-عبارت دیگر، کیفیت گوشت بهبود یافت. اکسیداسیون لیپید یک شاخص کیفی مهم برای چربی‌ها، گوشت و فرآورده‌های گوشتی به‌شمار می‌رود، زیرا لیپیدهای اکسید شده فقط رنگ، طعم، بو و یا ارزش غذایی خوراک را تغییر نمی‌دهند، بلکه سبب وقوع اثرات بیولوژیکی مضر بر سلامت انسان می‌شوند. تولید مالون‌دی‌آلدئید تا حدود زیادی فساد اکسیداتیو را بیان می‌کند. رادیکال‌های پراکسید چربی سبب آسیب سلولی با افزایش نفوذپذیری غشای سلولی و یا اتصال مستقیم به DNA و یا سایر ماکرومولکول‌ها نظیر پروتئین‌ها می‌شود (Kadim *et al*., 2006). در آزمایش حاضر، افزایش میزان استفاده از سطوح مختلف باقلای بدون تانن در جیره، عدد میزان مالون‌دی‌آلدئید، عدد پراکسید گوشت و اسیدهای چرب آزاد گوشت ران را کمتر کرد و به عبارتی، کیفیت گوشت بهبود یافت. نتایج آزمایشی نشان داد، جوجه‌های گوشتی که با باقلای بدون تانن فرآوری شده، پوست کنده شده و خرد شده به‌عنوان جایگزین با کنجاله‌سویا در سطح ۳۱ درصد تغذیه شدند، کیفیت گوشت مطلوبی داشتند (Laudadio *et al*., 2011). همچنین، در مطالعه‌ای نشان دادند که میزان کلاژن در عضلات سینه جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با باقلا از گروه شاهد بالاتر بود (P<۰/۰۵) و استفاده از باقلا به‌عنوان جایگزین کنجاله‌سویا به‌میزان ۳۲ درصد در جیره‌های غذایی جوجه‌های گوشتی اثرات مثبتی بر صفات کیفیت گوشت داشت و همچنین، هیچ تأثیر منفی بر ظرفیت نگهداری آب، درصد افت لاشه و یا اجزای شیمیایی مهم عضلات سینه و ران مشاهده نشد. جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره حاوی باقلای بدون تانن به‌میزان ۳۲ درصد در مقایسه با پرندگانی که با کنجاله‌سویا تغذیه می‌شوند، روشنی عضلات ران (۵۰/۲۲ در مقابل ۴۸/۳۸) و نسبت اسیدهای چرب اشباع نشده به اسیدهای چرب اشباع (۱/۲۱ در مقابل ۱/۰۸) بیشتری داشتند (Kuźniacka *et al*., 2020).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که می‌توان از سطوح مختلف باقلای بدون تانن (رقم مهتا) تا ۳۰ درصد در جیره جوجه‌های گوشتی استفاده کرد، بدون اینکه تأثیر منفی بر عملکرد رشد و خصوصیات تولیدی جوجه‌های گوشتی داشته باشد. حتی تغییرات خطی افزایش وزن بهتری را در پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰ درصد باقلای بدون تانن در مقایسه با پرندگان تغذیه شده با سایر جیره‌ها نشان داد. یکی از اثرات مطلوب گنجاندن سطوح مختلف باقلای بدون تانن در جیره جوجه‌های گوشتی بهبود کیفیت گوشت (کاهش pH، غلظت مالون‌دی‌آلدئید، عدد پر اکسید و اسیدهای چرب آزاد) می‌باشد، این مسئله از این جهت حائز اهمیت است که امروزه در دنیا، تحقیقات بیشتر به‌سمت افزایش کیفیت تولید می‌باشد. لذا، می‌توان باقلای بدون تانن را یک جایگزین مناسب برای کنجاله‌سویا در جیره جوجه‌های گوشتی به‌شمار آورد. در این تحقیق، استفاده از سطوح مختلف باقلای بدون تانن تأثیر منفی بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی و ایمنی خون و شاخص‌های ریخت‌شناسی ژژنوم و جمعیت میکروبی محتویات ایلئومی نداشت. در نهایت، با توجه به نتایج حاضر به نظر می‌رسد، از بین سطوح مختلف باقلای بدون تانن (۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد) در جیره جوجه‌های گوشتی سطح ۱۰ درصد باقلای بدون تانن از لحاظ عملکرد جوجه گوشتی مناسب‌تر باشد و قابل رقابت با جیره شاهد (بدون باقلا) می‌باشد.

References

1. Ahmed, A. E., Smithard, R., & Ellis, M. (1991). Activities of enzymes of the pancreas, and the lumen and mucosa of small intestine in growing broiler cockerels fed on tannin-containing diets. *British Journal of Nutrition, 65*(2), 189–197. http://dx.doi.org/10.1079/BJN19910080.
2. Benzie, I. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry, 239*(1), 70-76. http://dx.doi.org/10.1006/abio.1996.0292.
3. Bilić-Sobot, D., Kubale, V., Škrlep, M., Čandek-Potokar, M., Prevolnik Povše, M., Fazarinc, G., & Škorjanc, D. (2016). Effect of hydrolysable tannins on intestinal morphology, proliferation and apoptosis in entire male pigs. *Archives of Animal Nutrition, 70*(5), 378-388. http://dx.doi.org/10.1080/1745039X.2016.1206735.
4. Botsoglou, N. A., Florou-Paneri, E., Christaki, D., Fletouris, J., & Spais, A. B. (2002). Effect of dietary oregano essential oil on performance of chickens and on iron-induced lipid oxidation of breast thigh and abdominal fat tissues. *British Poultry Science, 43*(2), 223-230. http://dx.doi.org/10.1080/00071660120121436.
5. Crepon, K., Marget, P., Peyronnet, C., Carrou, B., Arese, P., & Duc, G. (2010). Nutritional value of faba bean (*Vicia faba L.*) seeds for feed and food. *Field Crops Research, 115,* 329–339. new3.
6. Dal Bosco, A., Ruggeri, S., Mattioli, S., Mugnai, C., Sirri, F., & Castellini, C. (2013). Efect of faba bean (*Vicia faba var. minor*) inclusion in starter and growing diet on performance, carcass, and meat characteristics of organic slow-growing chickens. *Italian Journal of Animal Science, 12*(4), 472–478. http://dx.doi.org/10.4081/ijas.2013.e76.
7. Emiola, I. A., Ojediran, T. K., & Ajayi, J. A. (2013). Biochemical and heamatological indices of broiler chickens fed differently processed legume seed meals. *International Journal of Applied Agriculture and Apiculture Research, 9*(1&2), 140-149.
8. Engberg, R. M., Hedemann, M. S., Lesser, T. D., & Jensen, B. B. (2000). Effect of zinc bacitracin and salinomycin on intestinal microflora and performance of broilers. *Poultry Science, 79*(9), 1311-1319. http://dx.doi.org/10.1093/ps/79.9.1311.
9. Gao, J., Zhang, H. J., Yu, S. H., Wu, S. G., Yoon, I., Quigley, J., Gao, Y. P., & Qi, G. H. (2008). Effects of yeast culture in broiler diets on performance and immunomodulatory functions. *Poultry Science, 87*(7), 1377-1384. http://dx.doi.org/10.3382/ps.2007-00418.
10. Iji, P. A., Khumalo, K., Slippers, S., & Gous, R. M. (2004). Intestinal function and body growth of broiler chickens on maize-based diets supplemented with mimosa tannins and a microbial enzyme. *Journal of the Science of Food and Agriculture, new5*
11. Jezierny, D., Mosenthin, R., & Bauer, E. (2010). The use of grain legumes as a protein source in pig nutrition: A review. *Animal Feed Science and Technology, 157*(3&4), 111–128. http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.03.001.
12. Kadim, I. T., Mahgoub, O., Al-Kindi, A., Al-Marzooqi, W., & Al-Saqri, N. M. (2006). Effects of transportation at high ambient temperatures on physiological responses, carcass and meat quality characteristics of three breeds of omani goats. *Meat Science, 73*(4), 626-634. http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.03.003.
13. Kidd, M. T. (2004). Nutritional modulation of immune function in broilers. *Poultry Science, 83*(4), 650-657. http://dx.doi.org/10.1093/ps/83.4.650.
14. Kuźniacka, J., Banaszak, M., Biesek J., Maiorano, G., & Adamski, M. (2020). Effect of faba bean-based diets on the meat quality and fatty acids composition in breast muscles of broiler chickens. *Scientific Reports, 10.1,* 1-7. http://dx.doi.org/10.1038/s41598-020-62282-7.
15. Laudadio, V., Ceci, E., & Tufarelli, V. (2011). Productive traits and meat fatty acid profle of broiler chickens fed diets containing micronized faba beans (*Vicia faba* L. *var. minor*) as the main protein source. *Journal of Applied Poultry Research, 20(1),* 12–20. http://dx.doi.org/10.3382/japr.2010-00173.
16. Longstaff, M., & McNab, J. M. (1991). The inhibitory effects of hull polysaccharides and tannins of field beans (*Vicia faba* L.) on the digestion of amino acids, starch, and lipid and on digestive enzyme activities in young chicks. *British Journal of Nutrition, 65(2),* 199–216. http://dx.doi.org/10.1079/bjn19910081.
17. Milczarek, A., Osek, M., & Pachnik, M. (2016). Meat quality of broiler chickens fed mixtures with varied levels and varieties of faba bean. *Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica, 15(4),* 29–40. http://dx.doi.org/10.21005/asp.2016.15.4.03.
18. Moundras, C., Demigné, C., Morand, C., Levrat, M. A., & Rémésy, C. (1997). Lipid metabolism and lipoprotein susceptibility to peroxidation are affected by a protein-deficient diet in the rat. *Nutrition Research, 17(1),* 125-135. http://dx.doi.org/10.1016/S0271-5317(96)00239-4.
19. Nabuurs, M. J. A., Hoogendoorn, A., Van der Molen, E. J., & Van Osta, A. L. M. (1993). Villus height and crypt depth in weaned and unweaned pigs, reared under various circumstances in the Netherlands. *55(1),* 78-84. http://dx.doi.org/10.1016/0034-5288(93)90038-H.

20. Oluyinka, O., Robin, A., Walker, L., & Houdijk, J. G. M. (2019). Evaluation of the nutritive value of legume alternatives to soybean meal for broiler chickens. *Poultry Science, 98(11),* 5778-5788. http://dx.doi.org/10.3382/ps/pez374.
21. Ortiz, L. T., Centeno, C., & Trevino, J. (1993). Tannins in faba bean seeds: Effects on the digestion of protein and amino acids in growing chicks. *Animal Feed Science and Technology, 41(4),* 271–278. http://dx.doi.org/10.1016/0377-8401(93)90002-2.
22. Osek, M., Milczarek, A., Klocek, B., Turyk, Z., & Jakubowska, K. (2013). Effectiveness of mixtures with the fabaceae seeds in broiler chicken feeding. *Annales Universitatis Mariae Curie-Sklodowska. Section EE, Zootechnica, 31,* 77–86.
23. Perella, F., Mugnai, C., Bosco, A. D., Sirri, F., Cestola, E., & Castellini, C. (2009). Faba bean (*Vicia faba var. minor*) as a protein source for organic chickens: Performance and carcass characteristics. *Italian Journal of Animal Science*, *8*(4), 575-584. http://dx.doi.org/10.4081/ijas.2009.575.
24. Proskina, L., & Sallija C. (2017). Faba beans and peas in poultry feed: economic assessment. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 97*(13), 4391-4398. http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.8415.
25. Santos, F. B. O., Santos, A. A., Ferket, P. R., & Sheldon, B. W. (2006). Influence of grain particle size and insoluble fiber content on salmonella colonization and shedding of turkeys fed corn-soybean meal diets. *International Journal of Poultry Science, 5*(8), 731-739. http://dx.doi.org/10.3923/ijps.2006.731.739.
26. SAS. (2005). SAS User Guide. Version 9.4. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
27. Shalaei, M., Hosseini, S. M., & Afzali, N. (2016). Evaluation of production performance and gut morphology of broiler chickens fed with antibiotic, organic acid, probiotic and prebiotic in tropical conditions research on animal production. *Research on Animal Production*, *7*(14), 67-75. (In Persian).
28. Sheikh, F., & Feiz Bakhsh, M. T. (2020). Faba bean planting, growing, harvesting. Agricultural Research, Education and Extension Organization, Agricultural Education and Extension publications, 90 pages (In Persian).
29. Sheikh, F., & Chekani, M. (2022).Comparison of fodder and seed yields of bean cultivars (suitable for animal feed and poultry feed). *Fodder and Animal Feed Promotional Magazine*, *2(1)*, 70-77. (In Persian).
30. Tomaszewska, E., Muszyński, S., Dobrowolski, P., Kwiecień, M., Klebaniuk, R., Szymańczyk, S., Tomczyk, A., Kowalik, S., Milczarek, A., & Świetlicka, I. (2018). The infuence of dietary replacement of soybean meal with high-tannin faba beans on gut-bone axis and metabolic response in broiler chickens. *Annals of Animal Science, 18*(3), 801–824. http://dx.doi.org/10.2478/aoas-2018-0019.
31. Usayran, N. N. H., Sha'ar, H., Barbour, G. W., Yau, S. K., Maalouf, F., & Farran, M. T. (2014). Nutritional value, performance, carcass quality, visceral organ size, and blood clinical chemistry of broiler chicks fed 30% tannin-free fava bean diets. *Poultry Science, 93*(8), 1918-2027. http://dx.doi.org/10.3382/ps.2014-03872.
32. Woyengo, T. A., & Nyachoti, C. M. (2012). Ileal digestibility of amino acids for zero-tannin faba bean (*Vicia faba L.*) fed to broiler chicks. *new7*.
33. Yason, C. V., Summers, B. A., & Schat, K. A. (1987). Pathogenesis of rotavirus infection in various age groups of chickensand turkeys: pathology. *American Journal of Veterinary Research, 48*(6), 927-938.